

AJ-AD

Inv.: L. Weichenberger et al.

**Acceleration sensor self-test appts. for diagnosing vehicle airbag system - applies force by electrostatic, electromagnetic force, or external mechanical vibration, and measures detected acceleration of mass**

**Patent number:** DE4316263

**Publication date:** 1993-11-25

**Inventor:** HANZAWA KEIJI (JP); FUJITA HIROKAZU (JP); MATSUKURA TETSUO (JP); MATSUMOTO MASAHIRO (JP); SUZUKI MASAYOSHI (JP)

**Applicant:** HITACHI LTD (JP); HITACHI AUTOMOTIVE ENG (JP)

**Classification:**


- international: G01P21/00; G01P15/02; G01P15/125; G01P15/09; B60R21/32

- european: G01P21/00; B60R21/01F3

**Application number:** DE19934316263 19930514

**Priority number(s):** JP19920125897 19920519

**Also published as:**

 JP5322921 (A)

**Abstract of DE4316263**

The displacement of a wt. (6) caused by an applied acceleration is converted into an electrical signal to enable detection of the acceleration of a moving object. A force corresp. to a defined acceleration is applied (19) to the wt. for diagnostic testing on the basis of a diagnostic signal. A device (15) for self diagnosis of the characteristics of the acceleration sensor (18) evaluates the resulting sensor output.

The force may be applied by electrostatic, electromagnetic means, or be caused by external vibration. The acceleration sensor may be capacitive or piezoresistive.

**ADVANTAGE** - Enables detection of degradation or failure of the acceleration sensor, thus improving safety.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

USPS EXPRESS MAIL  
EV 415 086 485 US  
JULY 14 2004

DT SR # 4690/PCT

AJ=AD



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 16 263 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 01 P 21/00  
G 01 P 15/02  
G 01 P 15/125  
G 01 P 15/09  
B 60 R 21/32

21 Aktenzeichen: P 43 16 263.0  
22 Anmeldetag: 14. 5. 93  
43 Offenlegungstag: 25. 11. 93

= 115 5.506,954 = 11P

DE 43 16 263 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
19.05.92 JP 04-125897

71 Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP; Hitachi Automotive Engineering Co., Ltd., Katsuta, Ibaraki, JP

74 Vertreter:  
Bardehle, H., Dipl.-Ing.; Dost, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Altenburg, U., Dipl.-Phys., 81679 München; Kahlhöfer, H., Dipl.-Phys.; Bonnekamp, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 40474 Düsseldorf; Pagenberg, J., Dr.jur.; Frohwitter, B., Dipl.-Ing., Rechtsanwälte; Geißler, B., Dipl.-Phys. Dr.jur., Pat.- u. Rechtsanwäl., 81679 München; Kowal-Wolk, T., Dr.jur., Rechtsanwalt., 8000 München; Hoffmann, W., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 81679 München

72 Erfinder:  
Hanzawa, Keiji, Mito, JP; Matsukura, Tetsuo, Katsuta, JP; Fujita, Hirokazu, Kobe, JP; Suzuki, Masayoshi, Hitachiota, JP; Matsumoto, Masahiro, Hitachi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 System und Verfahren zum Diagnostizieren von Charakteristiken eines Beschleunigungssensors

67 Eine Vorrichtung zur Diagnose der Charakteristik eines Beschleunigungssensors und eines Verfahrens zu dessen Diagnose werden offenbart. Der Beschleunigungssensor weist eine bewegliche Elektrode (oder Masseteil) auf, das bei einer Beschleunigung verschoben wird, und eine feste Elektrode, die gegenüber der beweglichen Elektrode befestigt ist. In einem Diagnosemodus wird ein Signal zur Diagnose an der festen Elektrode angelegt, so daß eine elektrostatische Kraft als eine einer vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft zwischen der festen Elektrode und der beweglichen Elektrode erzeugt wird. In dem Fall, wo der Beschleunigungssensor intakt ist, wird die bewegliche Elektrode oder das Masseteil normal verschoben. Ein Ausfall des Beschleunigungssensors, dessen Verschlechterung in der Leistungsfähigkeit, dessen Zeitdauer- verursachte Änderung in der Charakteristik oder ähnliches wird durch Erfassen einer Änderung der Kapazität zwischen der beweglichen Elektrode und der festen Elektrode bei Erzeugung des Diagnosesignals selbst-diagnostiziert. Die der vorbestimmten Beschleunigung entsprechende Kraft kann eine elektromagnetische Kraft oder eine mechanische Oszillation sein, die auf einem piezoelektrischen Element basiert.

USPS EXPRESS MAIL  
EV 415 086 485 US  
JULY 14 2004

DE 43 16 263 A 1

Die vorliegende Erfindung ist ein System und ein Verfahren zum Diagnostizieren der Charakteristiken eines Beschleunigungssensors einschließlich der Verschlechterung von dessen Charakteristik, dessen Ausfall usw. und bezieht sich insbesondere auf ein Diagnosesystem und ein Verfahren, das für ein Airbag-System eines Kraftfahrzeuges oder ähnliches geeignet ist.

Typische Beispiele von einem Sensor zum Erfassen der Beschleunigung eines Kraftfahrzeuges schließen einen Kapazitätssensor und einen piezoresistiven Sensor (oder Dehnmeßstreifen) ein. In den Beschleunigungssensoren dieser Typen wird der Zustand eines Masseteiles, das gemäß einer Beschleunigung verschoben wird, aus einer Änderung der Kapazität oder einer Spannung erfaßt.

Als ein Kapazitätsbeschleunigungssensor ist ein Sensor bekannt, der durch eine Technik zum Mikrobearbeiten von Silizium oder ähnlichem aufgebaut ist. In diesem bekannten Sensor wird eine Servotechnik mit Impulsbreitenmodulation angewendet, wie in der JP-A-1-253657 offenbart ist.

Der Beschleunigungssensor, der die Servotechnik mit Impulsbreitenmodulation anwendet, weist eine bewegliche Elektrode (oder Masseteil) auf, die gemäß einer Beschleunigung verschoben wird, und mindestens ein Paar feste Elektroden, die gegenüber der beweglichen Elektrode angeordnet sind. An eines der Paare fester Elektroden wird eine Spannung in Form eines Impulszuges angelegt, und an deren anderes wird eine invertierte Version der Impulsspannung angelegt. Eine elektrostatische Kraft, die eine Steuerung in einer Position der beweglichen Elektrode (oder einer elektrostatischen Servosteuerung) ermöglicht, wird zwischen den festen Elektroden und der beweglichen Elektrode aufgrund der angelegten Spannungen ausgeübt. Wenn die bewegliche Elektrode aus einer Bezugsposition verschoben ist, wird die Verschiebung aus einer Änderung der Kapazität zwischen der beweglichen Elektrode und der festen Elektroden detektiert.

Die elektrostatische Kraft wird veränderlich gesteuert durch Verändern des Anteils pro Zeitperiode der Zeit, in der die Spannung an die feste Elektrode angelegt ist, und zwar auf der Basis eines Signales, das repräsentativ für die Änderung der Kapazität ist, so daß die bewegliche Elektrode in die Bezugsposition zurückkehrt, oder die Kapazität einen Bezugswert annimmt. Die Beschleunigung wird auf der Basis des Durchschnittswertes der an der festen Elektrode angelegten Spannung oder des Signals, das repräsentativ für die Änderung der Kapazität ist, detektiert.

Ein Kapazitätsbeschleunigungssensor ist auch bekannt, in dem eine elektrostatische Servotechnik nicht angewendet wird.

US-PS 4 869 092 hat eine Vorrichtung zur Kalibrierung eines Beschleunigungssensors offenbart und insbesondere eine Technik zum Kalibrieren des Beschleunigungssensors durch Verwendung einer elektrostatischen Kraft, um eine Hochpräzisionskalibrierung zu erhalten.

Ein Beschleunigungssensor für ein Kraftfahrzeug wird zur Fahrzeugsteuerung verwendet, wie z. B. eine aktive Aufhängungssteuerung oder Antiblockier-Steuerung oder ein Airbag-System. Die Einsatzumgebung des Sensors ist jedoch hart, und eine hohe Zuverlässigkeit wird für den Sensor benötigt. Deshalb ist eine Ausfallsicherheit gegen einen Ausfall des Sensors oder die Ver-

schlechterung in dessen Leistungsfähigkeit erforderlich.

Besonders von dem Beschleunigungssensor, der in dem Airbag-System verwendet wird, wird verlangt, daß er eine höhere Zuverlässigkeit als andere Sensoren hat, da es eine Möglichkeit gibt, daß, wenn der Sensor einen Ausfall, eine Verschlechterung in der Leistungsfähigkeit oder eine Änderung in der zeitdauerbedingten Charakteristik erfährt, der Airbag zum Zeitpunkt einer Fahrzeugkollision (oder eines Unfalls) möglicherweise nicht funktioniert oder möglicherweise fehlerhaft zu einem anderen als dem Zeitpunkt der Fahrzeugkollision funktioniert, was zu einem Unfall mit fatalem Ausgang führt.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung, die im Hinblick auf das oben erwähnte Problem entwickelt wurde, ist, die Abnormität eines Beschleunigungssensors einschließlich eines Ausfalls des Sensors und der Verschlechterung in dessen Leistungsfähigkeit, eine Veränderung in dessen zeitdauerbedingter Charakteristik usw. zu detektieren, um dadurch eine ausfallsichere Funktion zu verbessern.

Um das oben genannte Ziel zu erreichen oder das oben genannte Problem zu lösen, sieht die vorliegende Erfindung einen Beschleunigungssensor vor, der mit einem Masseteil versehen ist, das bei einer Beschleunigung zum Umwandeln der Verschiebung des Masseteiles in ein elektrisches Signal verschoben wird, um die Beschleunigung zu detektieren, wobei der Sensor eine Einrichtung zum Anlegen einer, einer vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft an dem Masseteil, und zwar durch Anwenden eines Signals zur Diagnose eines Ausfalls oder ähnlichem des Sensors an den Sensor, und eine Einrichtung zum Selbstdiagnostizieren des Sensors auf der Basis einer Ausgabe des Sensors nach Erzeugung des Diagnosesignals aufweist.

Bei solch einem Aufbau, wenn eine Änderung von einem gewöhnlichen Beschleunigungserfassungsmodus zu einem Diagnosemodus vorgenommen wird, so daß ein Signal zur Diagnose erzeugt wird, wird eine Kraft (z. B. eine elektrostatische Kraft, eine elektromagnetische Kraft oder eine mechanische Oszillation), die einer durch Kollision verursachten Beschleunigung entspricht, an das Masseteil angelegt, und zwar auf der Basis des Diagnosesignals.

In dem Fall, wenn das Masseteil normal verschoben ist, so daß der Sensor ein Detektiersignal ausgibt, das der normalen Verschiebung des Masseteiles entspricht, gibt es keine Abnormität. Wenn aber ein Detektiersystem eine Abnormität wie z. B. einen Ausfall oder die Verschlechterung der Leistungsfähigkeit einschließt, kann kein Detektiersignal von dem Sensor ausgegeben werden, oder eine Ausgabecharakteristik des Sensors kann nicht eine gute Konfiguration zeigen. Der Zustand des Sensors einschließlich des Masseteiles, der die Leistungsfähigkeit betrifft, kann selbst-diagnostiziert sein, und zwar durch Vergleichen einer Sensorausgabe, die auf dem Diagnosesignal mit einem Beurteilungspegel zur Diagnose basiert. Eine ausfallsichere Funktion eines Systems kann auf der Basis des Ergebnisses der Diagnose betrieben werden.

Die Charakteristik oder ähnliches des Beschleunigungssensors kann zu dem Zeitpunkt detektiert werden, wenn ein Anlassermotor gestartet wird. Alternativ dazu kann er immer detektiert werden.

Fig. 1A ist ein Blockdiagramm, das einen Beschleunigungssensor gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 1B ist ein Schalt diagramm, das die Details einer Signalelektrode und eines kapazitiven Detektors in der

in Fig. 1A gezeigten Ausführungsform zeigt;

Fig. 2 zeigt Spannungswellenformen, die an eine Sensorvorrichtung in einem Diagnosemodus in der in Fig. 1A gezeigten Ausführungsform angelegt sind;

Fig. 3 ist ein Graph, der eine Beziehung von einer Gleichspannung VG zur Selbstdiagnose mit der gemessenen Beschleunigung G zeigt;

Fig. 4 zeigt in Wellenformdiagramm die zeitlichen Änderungen der Selbstdiagnosespannung VG und eine Ausgangsspannung  $V_{\text{aus}}$ ;

Fig. 5 ist ein Schaltdiagramm, das einen Beschleunigungssensor gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 6 zeigt Spannungswellenformen, die an eine Sensorvorrichtung in der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform angelegt sind;

Fig. 7 ist ein Schaltdiagramm, das ein Beispiel einer Verstärkungsschaltung zeigt, die in der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform verwendet wurde;

Fig. 8 ist ein Schaltdiagramm, das ein weiteres Beispiel einer Verstärkungsschaltung zeigt, die in der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform verwendet wurde;

Fig. 9 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel zeigt, in dem ein Beschleunigungssensor der vorliegenden Erfindung in einem Airbag-System angewendet ist;

Fig. 10 ist ein Flußdiagramm zum Erklären des Schaltbetriebes des in Fig. 9 gezeigten Beispiels;

Fig. 11 ist eine Perspektivansicht, die eine weitere Ausführungsform einer Sensorvorrichtung zeigt; und

Fig. 12 ist ein schematischer Querschnitt, der eine weitere Ausführungsform eines Beschleunigungssensors gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm zum Erklären des Prinzips des Betriebes eines Kapazitätsbeschleunigungssensors gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und Fig. 2 ist ein Schaltdiagramm des Beschleunigungssensors.

Der Sensor der vorliegenden Erfindung weist einen Signalgeber 19, eine Beschleunigungserfassungsvorrichtung 18, einen kapazitiven Detektor 13 und einen Verstärker 14 auf.

Die Erfassungsvorrichtung 18 ist aus einer beweglichen Elektrode 6, die durch einen Siliziumstab (oder einen Kragträger) 5 und einem Paar fester Elektroden 7 und 8 aufgebaut, die gegenüber der beweglichen Elektrode 6 angeordnet sind.

Der Siliziumstab 5 und die bewegliche Elektrode 6 sind in einer vereinigten Form durch Ätzen (oder Mikrobearbeiten) eines Siliziumstückes 9 von seinen beiden Oberflächen ausgebildet. Es können ein oder mehrere Stäbe 5 vorhanden sein. Die bewegliche Elektrode 6, die einem Masseteil entspricht, das bei einer Beschleunigung verschoben wird, ist an der Spitze des Stabes 5 ausgebildet. Der verbleibende Teil des Siliziumstückes 9 weist Abstandstücke 9a und 12 auf, die die bewegliche Elektrode 6 einschließen.

Die festen Elektroden 7 und 8 sind aus einem Metallmaterial hergestellt wie z. B. Aluminium und sind jeweils an Glasplatten 10 und 11 durch Anlagerung oder andere geeignete Techniken gebildet. Die Glasplatten 10 und 11 sind so angeordnet, daß sie durch die Abstandstücke 9a und 12 parallel zueinander sind, wobei die festen Elektroden 7 und 8 lagemäßig mit der beweglichen Elektrode 6 ausgerichtet sind und anodisch an den Abstandstücken 9a und 12 bondiert sind. Ein Anfangsspalt  $d_0$  ist zwischen der beweglichen Elektrode 6 und jeder der festen Elektroden 7 und 8 eingehalten. Die Erfassungsvorrichtung 18 wird z. B. in einer Richtung ange-

ordnet, in der die Fahrriechtung eines Kraftfahrzeuges im wesentlichen senkrecht zu der Richtung der Ausdehnung des Kragarmes 5 wird.

Der Signalgeber 19 dient als eine Einrichtung zum Anlegen von Signalen VS1 und VS2, die zur Beschleunigungserfassung (wie später erwähnt werden wird) notwendig sind, an die festen Elektroden 7 und 8 in einem gewöhnlichen Beschleunigungs-Erfassungsmodus und als eine Einrichtung zum Anlegen eines Signals VG zur Diagnose, das zu VS1 addiert wird, an eine feste Elektrode 7 in einem Diagnosemodus, so daß eine einer Beschleunigung entsprechenden Kraft auf die bewegliche Elektrode 6 ausgeübt wird.

An die bewegliche Elektrode 6 wird eine Trägheitskraft infolge der zu erfassenden Beschleunigung angelegt, so daß sie dadurch verschoben wird. Wenn die bewegliche Elektrode 6 verschoben wird, ändern sich eine Kapazität C1 zwischen der beweglichen Elektrode 6 und der festen Elektrode 7 und eine Kapazität C2 zwischen der beweglichen Elektrode 6 und der festen Elektrode 8.

Der kapazitive Detektor 13 detektiert eine Differenz  $\Delta C$  zwischen C1 und C2 aufgrund einer Wechselstromimpulsspannung VS2, die durch den Signalgeber 19 erzeugt wird, und seiner invertierten Version VS1 und gibt sie nach einer Umwandlung in eine Spannung aus. Ein Mechanismus zur Erfassung von  $\Delta C$  wird später erwähnt werden. Eine Ausgangsspannung  $V_o$  von dem kapazitiven Detektor 13 wird verstärkt oder durch den Verstärker 14 eingestellt, um eine lineare Ausgangsspannung  $V_{\text{aus}}$  zu erhalten, die proportional der Beschleunigung ist.

Bei einer solchen Konstruktion kann eine hohe Beschleunigung (in der Größenordnung von  $\pm 100 \text{ G}$ ) bis zu einer relativ hohen Frequenz (in der Größenordnung von 1 KHz) mit einem Aufbau erfaßt werden, der preiswert und einfach ist.

Ein Beispiel eines spezifischen Schaltaufbaus des Beschleunigungssensors wird nun unter Verwendung von Fig. 1B erklärt werden.

In der gezeigten Sensorschaltung sind ein Impuls-generator 20 und ein Inverter 21 Hauptelemente des Signalgebers 19. In einem Nicht-Diagnosemodus (oder gewöhnlich Beschleunigungserfassungsmodus), in dem eine Spannung VG von einer Stromzuführung 22 zur Selbstdiagnose erzeugt wird, wird eine durch den Inverter 21 invertierte Ausgangsspannung VS1 an die feste Elektrode über eine Addierschaltung 23, wie sie ist, angelegt. Eine Ausgangsspannung VS2 von dem Impuls-generator 20 wird an die feste Elektrode 8 angelegt.

Die Erfassungsvorrichtung 18 weist eine äquivalente Reihenschaltung von Kondensatoren C1 und C2 auf. Ein Mittelpunkt der Reihenschaltung ist mit einem invertierten Anschluß eines Betriebsverstärkers 25 verbunden, und eine Konstantspannungsquelle 37 einer Bezugsspannung  $V_a$  ist mit einem nicht-invertierten Anschluß des Operationsverstärkers 25 verbunden.

Wenn die Wechselstromimpulsspannung VS1 steigt (oder VS2 fällt), wird C1 geladen, und C2 wird entladen. In diesem Fall sieht es aus, als ob sich die Ladungen von C1 oder C2 zu einem Kondensator Cf an der Seite des Operationsverstärkers 25 infolge eines Stromes, der beim Laden/Entladen fließt, bewegen. Die Ladungen Q1, die sich von C1 zu Cf bewegen, und die Ladungen Q2, die sich von C2 zu Cf bewegen, werden dargestellt durch

$$Q1 = C1 \cdot VS$$

$$Q_2 = -C_2 \cdot V_S \quad (1)$$

wobei  $V_S$  der Spitzenwert der Wechselspannung  $V_{S1}$  oder  $V_{S2}$  ist.  $V_S$  hat einen solchen Wert, daß sie klein ist im Vergleich zu der Selbstdiagnosespannung  $V_G$  (die später erwähnt werden wird), und eine auf die bewegliche Elektrode ausgeübte elektrostatische Kraft, wenn nur  $V_S$  angelegt wird, wird klein, so daß sie vernachlässigbar ist.

Die durch den Kondensator  $C_f$  gespeicherten Ladungen  $Q_f$  bilden die Summe von  $Q_1$  und  $Q_2$  und werden dargestellt durch die folgende Gleichung:

$$Q_f = Q_1 + Q_2 = (C_1 - C_2)V_S \quad (2)$$

Außerdem wird eine Spannung  $V$  über dem Kondensator  $C_f$  durch die folgende Gleichung dargestellt:

$$V = Q_f / C_f = (C_1 - C_2)V_S / C_f \quad (3)$$

Da eine Ausgabe  $V_o$  des Operationsverstärkers 25 eine Version der Spannung  $V$  über den in der Polarität invertierten Kondensator  $a$  ist, wird  $V_o$  durch die folgende Gleichung dargestellt:

$$V_o = -(C_1 - C_2)V_S / C_f + V_a \quad (4)$$

Somit wird die Kapazitätsdifferenz  $\Delta C$  zwischen  $C_1$  und  $C_2$ , wenn die bewegliche Elektrode 6 bei der Beschleunigung verschoben wird, in eine Spannung  $V_o$  umgewandelt. Ein Schalter 34 wird synchron mit dem Ansteigen der Spannung  $V_{S1}$  geschlossen, und die Spannung  $V_o$  wird abgetastet und durch einen Kondensator 35 gehalten und wird durch einen Verstärker 26 als eine Ausgangsspannung  $V_{aus}$  verstärkt. In dieser Art wird die Beschleunigung in einer Form detektiert, die in ein elektrisches Signal umgewandelt wird.

Nun wird eine Erklärung des Betriebs des Beschleunigungssensors in einem Selbstdiagnosemodus vorgenommen.

In der vorliegenden Ausführungsform ist eine Einrichtung zum Anlegen einer einer Beschleunigung entsprechenden elektrostatischen Kraft an die bewegliche Elektrode (oder Masseteil) 6 mittels des Diagnosesignal  $V_G$  durch eine feste Elektrode 7 zur Beschleunigungserfassung, die Spannungsquelle 22 zur Diagnose und die Addierschaltung 23 aufgebaut.

Nur in dem Diagnosemodus wird die Spannung  $V_G$  von der Spannungsquelle 22 zur Diagnose in den Addierschaltkreis 23 eingegeben, der seinerseits  $V_G$  zu der Spannung  $V_{S1}$  von dem Inverter 21 addiert. Eine zu dieser Zeit an die Erfassungseinrichtung 18 angelegte Spannungsformenform ist in Fig. 2 dargestellt. Wie in Fig. 2 gezeigt, ist die Spannung  $V_G + V_{S1}$  an die feste Elektrode 7 angelegt, und deren Amplitude ist so groß, daß eine einer Beschleunigung entsprechenden elektrostatischen Kraft zwischen der festen Elektrode und der beweglichen Elektrode 6 erzeugt wird. Dadurch wird die bewegliche Elektrode zu der Seite der festen Elektrode 7 zwangsverschoben.

Vorausgesetzt, daß eine Entfernung zwischen der festen Elektrode 7 und der beweglichen Elektrode vorhanden ist, wobei die Fläche der beweglichen Elektrode 6 und die Dielektrizitätskonstante zwischen der festen Elektrode 7 und der beweglichen Elektrode  $d$ ,  $S$  und  $\epsilon$  sind, wird eine elektrostatische Kraft  $F_s$ , die zwischen der festen Elektrode 7 und der beweglichen Elektrode 6 ausgeübt wird, durch die folgende Gleichung darge-

stellt:

$$F_s = \epsilon \cdot S \cdot V_G^2 / 2d^2 \quad (5)$$

Diese elektrostatische Kraft verursacht nämlich, daß sich die bewegliche Elektrode 6 zu der Seite der festen Elektrode 7 verschiebt, so daß eine Kapazität  $C_1$ , die zwischen der festen Elektrode 7 und der beweglichen Elektrode 6 gebildet ist, vergrößert wird, während eine Kapazität  $C_2$ , die zwischen der festen Elektrode 8 und der beweglichen Elektrode 6 gebildet ist, verringert wird.

In diesem Stadium werden die Wechselspannungen  $V_{S1}$  und  $V_{S2}$  für eine Kapazitätserfassung an die festen Elektroden 7 bzw. 8 angelegt. Dann detektiert der aus dem Kondensator 24 und dem Operationsverstärker 25 bestehende kapazitive Detektor 13 eine Differenz  $\Delta C$  zwischen der Kapazität  $C_1$  und der Kapazität  $C_2$  auf der Basis des Prinzips der Erfassung, die ähnlich zu der in dem Fall der oben erwähnten Beschleunigungserfassung ist. Fig. 3 zeigt eine Beziehung zwischen der gemessenen Beschleunigung  $G$  und der Gleichspannung  $V_G$  zur Selbstdiagnose.

Bei Messung der Beschleunigung gleichen sich eine Trägheitskraft  $F_a$  und ein Widerstand  $F_r$  von dem Kragarm 5 gegeneinander aus. Deshalb wird die Verschiebung  $x$  der beweglichen Elektrode 6 aus einer Bezugsposition dargestellt durch

$$x = mG / kt \quad (6)$$

wobei  $kt$  die Federkonstante des Kragarmes 5 ist.

Die folgende Gleichung (7) wird aus den Gleichungen (5) und (6) abgeleitet:

$$(d - x)^2 x = \epsilon \cdot S \cdot V_G^2 / 2kt \quad (7)$$

Die folgende Gleichung (8) wird aus den Gleichungen (6) und (7) erhalten:

$$V_G = \left( d - \frac{mG}{kt} \right) \sqrt{\frac{2mG}{\epsilon S}} \quad (8)$$

Eine Beziehung zwischen der Beschleunigung  $G$  und der Selbstdiagnosespannung  $V_G$ , die dargestellt ist durch Gleichung (8), ist graphisch in Fig. 3 gezeigt.

Aus Fig. 3 kann man erkennen, daß die Größe der beweglichen Elektrode 6 infolge einer elektrostatischen Kraft  $F_s$ , die in dem Fall erzeugt wird, wo eine gewisse Spannung  $V_{G1}$  zur Selbstdiagnose angelegt ist, gleich der der beweglichen Elektrode 6 in dem Fall ist, in dem eine Beschleunigung  $G_1$  angelegt ist.

Dementsprechend wird eine Ausgangsspannung des Sensors, wenn die Selbstdiagnosespannung  $V_{G1}$  angelegt ist, gleich deren Ausgang, wenn die Beschleunigung  $G_1$  angelegt ist. Durch Anwenden dieser Charakteristik ist es möglich zu diagnostizieren, ob die statische Charakteristik der Sensorausgabe (oder eine Sensorausgabe-Wertecharakteristik, die zunächst für die Beschleunigung erhalten wurde) eine zeitdauer-verursachte Änderung einschließt oder nicht. Durch Messen einer Zeit, bis die Ausgangsspannung des Sensors ein gewisses Niveau erreicht, ist es auch möglich, die dynamische Charakteristik des Sensors (oder eine transiente Ausgangsantwort eines Sensors für die Beschleunigung) zu diagnostizieren.

Ein Beispiel der Diagnoseeinrichtung wird später in

Verbindung mit dem Airbag-System erwähnt werden, das in Fig. 9 gezeigt ist Fig. 4 zeigt eine Beziehung zwischen einem Diagnosesignal (oder Impuls VG), das für die oben genannte Diagnose angewendet wird, und einer Ausgangsspannung  $V_{\text{aus}}$  des Sensors.

Ein Ausfall des Sensors kann selbst-diagnostiziert werden, z. B. in solch einer Art, daß eine elektronische Schaltung oder ein Mikrocomputer eine Zeit  $T_r$  (oder eine Zeitkonstante) abliest, bis die Ausgangsspannung  $V_{\text{aus}}$  eine Spannung  $V_r$  wird, die 63% der höchsten Ausgangsspannung  $V_{\text{oh}}$  ist, und die Einschätzung wird vorgenommen, ob  $T_r$  kürzer oder länger als eine zu vergleichende Bezugszeit ist. Nimmt man nämlich an, daß eine wie durch eine Kurve 40 gezeigte Antwortwellenform eine normale Ausgabe ist, dann wird in dem Fall, wo eine wie durch eine Kurve 41 oder 42 gezeigte Antwortwellenform erhalten wird oder die Zeit  $T_r$  länger wird, bis die Ausgangsspannung zu  $V_r$  wird, die dynamische Charakteristik des Sensors als verschlechtert selbst-diagnostiziert.

Außerdem ist es durch Vergleichen der höchsten Sensorausgangsspannung, die in dem Diagnosemodus erhalten wurde, mit einem normalen Wert, wie zuvor erwähnt, möglich, einen Ausfall des Sensors oder eine Änderung in dessen statischer Charakteristik, die im Verlaufe der Zeit verursacht wurde, zu selbst-diagnostizieren. In dem Fall z. B. bei dem die Kurve 42 erhalten wurde, wird der Sensor als minderwertig diagnostiziert.

In der vorliegenden Ausführungsform sind der Ausfall eines Sensors, die Verschlechterung in dessen Charakteristik und dessen zeitdauer-verursachte Änderung in der Charakteristik aus den dynamischen und statischen Charakteristiken des Sensors wie oben erwähnt selbst-diagnostiziert.

Mit so einer Selbstdiagnosefunktion kann die Sicherheit einer guten Sensorsteuerung und das Vorsehen einer ausfallsicheren Funktion wie z. B. Verhindern eines fehlerhaften Betriebes immer durch Anzeige eines Hinweises erhalten werden, daß ein Erfassungssystem des Beschleunigungssensors fehlerhaft ist, oder durch Vorsehen von Einrichtungen (wie z. B. einem Mikrocomputer) zum Durchführen einer Korrektur für eine zeitdauer-verursachte Änderung in der statischen und dynamischen Charakteristik des Sensors in dem Fall, bei dem die Änderung auf einem Niveau oder Grad ist, bei dem es nicht zu einem Ausfall führt. Außerdem gibt es, wenn die letztere Korrekturfunktion vorgesehen wird, einen Effekt, daß nicht nur ein fehlerhafter Betrieb des Systems verhindert werden kann, sondern auch die Notwendigkeit zum Auswechseln von Teilen eliminiert wird, wodurch ermöglicht wird, die Kosten und Arbeitszeit zu reduzieren.

Fig. 5 zeigt den Schaltungsaufbau einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In der Figur bezeichnen die Bezugswerte wie jene in der vorangegangenen Ausführungsform Bauteile, die dieselben oder äquivalent jenen in der vorhergehenden Ausführungsform sind. Die vorliegende Ausführungsform unterscheidet sich von der vorherigen Ausführungsform darin, daß ein Signalgeber 19 einen ersten Impulsgenerator 20 und einen zweiten Impulsgenerator 28 aufweist, der erste Impulsgenerator 20 ein Signal VS zur Beschleunigungserfassung erzeugt, der zweite Impulsgenerator 28 ein Signal VG zur Diagnose erzeugt, und der erste und der zweite Impulsgenerator 20 und 28 durch einen Schalter 27 umgeschaltet werden Fig. 6 zeigt die Wellenformen der an einer Sensorvorrichtung 18 angelegten Spannungen.

In einem Diagnosemodus ist der Schalter 27 mit dem zweiten Impulsgenerator 28 verbunden. Der Impuls des zweiten Impulsgenerators 28 hat eine Amplitude VG, die höher als die Amplitude  $V_s$  des Impulses des ersten Impulsgenerators 20 ist, und ein Einschaltverhältnis (z. B. 95 bis 99%), das größer ist als der Impuls des ersten Impulsgenerators 20.

Bei solch einem Aufbau wird, wenn die Impulsspannung VG an der Erfassungsvorrichtung 18 angelegt wird, eine elektrostatische Kraft ausgeübt, um eine bewegliche Elektrode aus ihrer Bezugsposition zu verschieben. Durch Erfassen des Betrages der Verschiebung der beweglichen Elektrode zu dieser Zeit und dessen zeitliche Änderung von einem Sensorausgang ist es möglich, einen Ausfall des Sensors, eine Änderung in dessen Charakteristik usw. zu selbst-diagnostizieren.

Eine Ausgangsspannung  $V_o$  eines Operationsverstärkers 25 kann zu dieser Zeit dargestellt werden durch die folgende Gleichung:

$$V_o = -(C_1 - C_2)VG/C_f + V_a \quad (9)$$

Die Gleichung (9) ist äquivalent der; in der die Spannung VS in Gleichung (4) in der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform durch die Spannung VG ( $VS < VG$ ) ersetzt ist.

Dementsprechend liefert die vorliegende Ausführungsform einen Effekt, daß die Diagnose eines Sensors genau mit einer verbesserten Empfindlichkeit durchgeführt werden kann. Des weiteren gibt es einen Effekt, daß ein einfacherer Schaltungsaufbau gewährleistet werden kann, da ein Addierschaltkreis nicht benötigt wird.

Fig. 7 zeigt ein Beispiel einer selbstboostenden Schaltung, die auf die o.g. Ausführungsformen angewendet werden kann.

Eine Stromversorgungsspannung des Sensors ist gewöhnlich etwa 5 V oder relativ niedrig. Deshalb ist es effektiv, eine Spannung zur Selbstdiagnose anzuheben.

Die in Fig. 7 gezeigte Boostschaltung ist eine Ladepumpschaltung, die aus einem Impulsgenerator 50 (für den der Impulsgenerator 20 ersetzt werden kann), FETs 51 und 52, Kondensatoren 53 und 56, und Dioden 54 und 55 aufgebaut ist. Durch An-/Ausschalten der Transistoren 51 und 52 werden in dem Kondensator 53 gespeicherte Ladungen in den Kondensator 56 gespeichert. Das wird bei einer Oszillationsfrequenz des Impulsgenerators wiederholt, um eine Boost-Spannung zu erhalten, die im wesentlichen nahe  $-V_{CC}$  ist. Diese Schaltung kann eine Potentialdifferenz erzeugen, die etwa zweimal so groß wie  $V_{CC}$  ist.

Diese Potentialdifferenz wird in einem Kondensator oder ähnlichem gespeichert, und eine Spannung wird auf einen vorbestimmten Wert VG reguliert, die als die Spannung zur Selbstdiagnose verwendet werden soll. In dem Fall, bei dem eine Spannung größer als zweimal  $V_{CC}$  benötigt wird, kann eine erforderliche Anzahl von Schaltungen, wie in Fig. 7 gezeigt, in Reihe geschaltet sein.

Bei dem oben genannten Aufbau gibt es einen Effekt, daß eine Boost-Spannung zur Selbstdiagnose mit einem einfachen Schaltungsaufbau realisiert werden kann, und die Schaltung kann in ein integriertes Schaltungsgebilde integriert oder konfiguriert werden.

Fig. 8 zeigt ein weiteres Beispiel einer Boostschaltung.

Die Boostschaltung dieses Beispiels weist einen Impulsgenerator 50 (für den der Impulsgenerator 20 er-

setzt werden kann), einen Schalter 60, eine Stromversorgungsspannung 61, einen Transformator 62 und einen Widerstand 63 auf. Mit solch einem Schaltungsaufbau gibt es einen Effekt, daß eine weitere Boost-Spannung leicht erzeugt werden kann.

Selbst wenn eine Boostschaltung nicht speziell vorgesehen ist, kann auch eine in ein Fahrzeug eingebaute Batterie verwendet werden.

Fig. 9 zeigt eine Ausführungsform des Aufbaus eines Airbag-Systems.

Das Airbag-System der vorliegenden Ausführungsform weist einen Beschleunigungssensor 70, einen Mikrocomputer 75 und einen Airbag 76 auf. Der Mikrocomputer 75 ist aus einem Airbag-Aktivierungsabschnitt 71, einem Diagnoseabschnitt 72 und einem Ausfallsicherheits-Funktionsabschnitt 73 aufgebaut. Ein wie oben erwähnter Kapazitätssensor kann als der Beschleunigungssensor 70 verwendet werden.

Ein Flußdiagramm zur Steuerung des Airbag-Systems wird unter Verwendung von Fig. 10 erklärt werden.

In dem gewöhnlichen Fall, bei dem ein Diagnosestartsignal nicht von dem Diagnoseabschnitt 72 ausgegeben wird (oder Selbstdiagnose wird nicht ausgeführt), steuert ein Beschleunigungssignal, das von dem Beschleunigungssensor 70 ausgegeben wird, den Airbag 76 durch einen Schritt 106 des Beurteilens, ob der Airbag 76 durch den Airbag-Aktivierungsabschnitt 71 betrieben werden soll.

Wenn Selbstdiagnose ausgeführt werden soll (oder in dem Fall, wo die Einschätzung in Schritt 101 bejaht ist), wird das Diagnosestartsignal von dem Diagnoseabschnitt 72 ausgegeben, um den Beschleunigungssensor 70 in einen Diagnosemodus zu schalten. Ein Signal wird an den Diagnoseabschnitt 72 ausgegeben, wiederum um zu beurteilen, ob der Sensor fehlerhaft (Schritt 102) ist. In dem Fall, wo der Sensor fehlerhaft ist, wird der Ausfallsicherheits-Funktionsabschnitt 73 betätigt (Schritt 103), wodurch der Betrieb des Airbag-Aktivierungsabschnittes 71 blockiert wird, um einen fehlerhaften Betrieb des Airbags 76 (Schritt 104) zu verhindern, und um einen Fahrer über einen Ausfall durch eine Anzeigevorrichtung oder ähnliches (Schritt 105) zu informieren.

In dem Fall, wo ein Diagnosesignal von dem Beschleunigungssensor 70 eine Änderung in einer Charakteristik zeigt (oder die Einschätzung in Schritt 107 wird bejaht), wird ein korrigierendes Signal von dem Diagnoseabschnitt 72 an den Airbag-Aktivierungsabschnitt 71 ausgegeben. In Schritt 108 wird ein Algorithmus korrigiert, der die Einschätzung vornimmt, ob der Airbag aktiviert werden soll.

Mit dem oben genannten Systemaufbau kann die Zuverlässigkeit des Systems im Vergleich mit dem eines konventionellen Systems verbessert werden.

Fig. 11 zeigt eine weitere Ausführungsform der Selbstdiagnose in der vorliegenden Erfindung.

In der vorliegenden Ausführungsform wird ein feiner Draht oder eine Leitung 80 wie z. B. ein Metalldraht in einer Spulenform um eine Erfassungsvorrichtung 18 gewickelt, so daß eine elektromagnetische Kraft in eine Aufwärtsrichtung ausgeübt wird, um die bewegliche Elektrode in die Aufwärtsrichtung zu verschieben. Es ist möglich, die Selbstdiagnose eines Sensors auf der Basis der Größe der elektromagnetischen Kraft und der Größe der Verschiebung der beweglichen Elektrode 6 (oder letztlich einer Änderung in  $\Delta C$ ) vorzunehmen. Bezugsziffer 81 bezeichnet eine Gleichstromquelle.

So ein Aufbau gewährleistet auch den Effekt, daß

Selbstdiagnose leicht vorgenommen werden kann.

Fig. 12 zeigt eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

In der vorliegenden Ausführungsform ist ein piezoelektrisches Element 121, das aus einer Keramik oder ähnlichem hergestellt ist, an der oberen (oder unteren) Seite der Erfassungsvorrichtung 18 befestigt. Wenn ein elektrisches Signal an das piezoelektrische Element 121 angelegt wird, oszilliert das Element 121 infolge eines piezoelektrischen Effektes, wodurch die Beschleunigung der Oszillation an die Erfassungsvorrichtung 18 angelegt wird. Es ist möglich, die Selbstdiagnose eines Ausfalls des Sensors von dem an das piezoelektrische Element 121 angelegte Signal und von einem Ausgangssignal von der Erfassungsvorrichtung 18 vorzunehmen.

Da eine Beschleunigung tatsächlich erzeugt werden kann, um eine Diagnose vorzunehmen, gibt es bei einem solchen Aufbau einen Effekt, daß die Selbstdiagnose mit einer höheren Zuverlässigkeit und einer hohen Präzision vorgenommen werden kann.

Die vorliegende Erfindung kann auf ein Gerät zur Untersuchung von Sensoren oder Systemen vor der Auslieferung angewendet werden.

Eine Einrichtung oder ein Diagnosesystem ähnlich dem, das in den vorangegangenen Ausführungsformen gezeigt wurde, kann als Dehnmeßstreifen- oder piezoresistiver Beschleunigungssensor aufgebaut sein, der mit einem Totgewicht versehen ist, das als ein Masseteil dient, und einer elastischen Lagerung mit einem Dehnmeßstreifen oder Piezowiderstand, die das Totgewicht abstützen.

Zum Beispiel wird das Totgewicht durch Mikrobearbeiten von Halbleitern gebildet, eine feste Elektrode für den ausschließlichen Gebrauch zur Diagnose wird gegenüber dem Totgewicht angeordnet, eine auf einem Signal zur Diagnose basierende elektrostatische Kraft wird zwischen dem Totgewicht und der festen Elektrode ausgeübt, und die Selbstdiagnose des Beschleunigungssensors wird durch Erfassen einer Änderung im Widerstandswert des Dehnmeßstreifens oder Erfassen einer Änderung in der Kapazität zwischen dem Totgewicht und der festen Elektrode bei Erzeugen des Signals zur Diagnose vorgenommen.

Gemäß der oben genannten vorliegenden Erfindung kann ein Hinweis auf die Abnormität eines Beschleunigungssensors wie z. B. eines Ausfalls des Sensors oder Verschlechterung in dessen Leistungsfähigkeit durch Vornehmen der Selbstdiagnose des Beschleunigungssensors gegeben werden. Dadurch kann die Zuverlässigkeit des Systems verbessert werden.

Die zeitdauer-verursachte Änderung einer Ausgabecharakteristik des Sensors kann auch diagnostiziert werden. Wenn eine Korrektur auf der Basis des Ergebnisses der Diagnose für die Charakteristik vorgenommen wird, kann die Intaktheit des Sensors oder des Systems aufrechterhalten werden, ohne den Austausch der Sensorvorrichtungen vorzunehmen.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Selbstdiagnostizieren der Charakteristik oder ähnlichem eines Beschleunigungssensors (18), der mit einem Masseteil versehen ist, das bei einer Beschleunigung verschoben wird, zum Umwandeln der Verschiebung des Masseteiles (6) in ein elektrisches Signal, um die Beschleunigung eines sich bewegenden Objektes zu detektieren, die aufweist: eine Einrichtung (19) zum Anlegen einer,



einer vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft an der Basis eines Signals zur Diagnose und eine Einrichtung (15) zum Selbstdiagnostizieren der Charakteristik oder ähnlichem des Beschleunigungssensors (18) von einer Ausgabe des Beschleunigungssensors bei Erzeugung des Diagnosesignals.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Einrichtung zum Anlegen der der vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft an das Masseteil (6) eines aus einer elektrostatischen Kraft, einer elektromagnetischen Kraft und einer externen mechanischen Oszillation auf der Basis des Diagnosesignals an das Masseteil (6) angelegt.

3. Vorrichtung zum Selbstdiagnostizieren der Charakteristik oder ähnlichem eines mit einem Masseteil (6) versehenen Beschleunigungssensors, das bei einer Beschleunigung verschoben wird, zum Umwandeln der Verschiebung des Masseteiles (6) in ein elektrisches Signal, um die Beschleunigung eines sich bewegenden Objektes zu erfassen, die aufweist: eine Einrichtung (19) zum Anlegen einer einer vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft an das Masseteil (6) durch Anlegen eines Signals zur Diagnose an den Beschleunigungssensor (18), eine Einrichtung (15) zum Selbstdiagnostizieren der Charakteristik oder ähnlichem des Beschleunigungssensors von einer Ausgabe des Beschleunigungssensors nach Erzeugung des Diagnosesignals, eine Einrichtung zum Geben des Hinweises eines Ausfalls des Beschleunigungssensors in dem Fall, bei dem das Ergebnis der Selbstdiagnose durch die Selbstdiagnoseeinrichtung den Ausfall des Beschleunigungssensors (18) bestimmt, und eine Einrichtung (108) zum Korrigieren einer Ausgabecharakteristik des Beschleunigungssensors in dem Fall, bei dem das Ergebnis der Selbstdiagnose durch die Selbstdiagnoseeinrichtung (15) bestimmt, daß die Ausgangscharakteristik des Beschleunigungssensors (18) eine zeitdauer-verursachte Änderung hat, jedoch nicht zu einem Ausfall führt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Einrichtung zum Anlegen der der vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft an das Masseteil (6) eines aus einer elektrostatischen Kraft, einer elektromagnetischen Kraft und einer externen mechanischen Oszillation auf der Basis des Diagnosesignals an das Masseteil (6) anlegt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Beschleunigungssensor (18) ein Kapazitätsbeschleunigungssensor ist, der die Beschleunigung aus einer Änderung in der Kapazität zwischen einer beweglichen Elektrode (6), die als das Masseteil dient, und einer festen Elektrode (10, 11), die gegenüber der beweglichen Elektrode angeordnet ist, detektiert, wobei die Einrichtung zum Anlegen der der vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft an das Masseteil eine Signalgebereinrichtung (19) zum Anlegen des Diagnosesignals an die feste Elektrode (10, 11) aufweist, um eine elektrostatische Kraft zum Verschieben der beweglichen Elektrode (6) zu erzeugen, und wobei die Selbstdiagnoseeinrichtung (15) eine Änderung in der Kapazität zwischen der beweglichen Elektrode und der festen Elektrode bei Erzeugung des Diagnosesignals detektiert, um den Beschleunigungssensor zu diagnostizieren.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Beschleunigungssensor (18) ein piezoresistiver Be-

schleunigungssensor ist, der mit einem Totgewicht, das als das Masseteil (6) dient, und einer elastischen Abstützung mit einem Piezowiderstand, der das Totgewicht abstützt, versehen ist, wobei die Einrichtung (121) zum Anlegen der der vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft an das Masseteil (6) eine feste Elektrode, die gegenüber dem Totgewicht angeordnet ist, für den ausschließlichen Gebrauch zur Diagnose, und eine Signalanlegeeinrichtung zum Anlegen des Diagnosesignals an die feste Elektrode (10, 11) aufweist, um eine elektrostatische Kraft zum Verschieben des Totgewichtes zu erzeugen, und wobei die selbstdiagnostizierende Einrichtung (15) eine Änderung im Widerstandswert des Piezowiderstandes oder eine Änderung in der Kapazität zwischen dem Totgewicht und der festen Elektrode (10, 11) nach Erzeugung des Diagnosesignals detektiert, um den Beschleunigungssensor (18) zu diagnostizieren.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 3, wobei die Einrichtung (121) zum Anlegen der der vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft an das Masseteil (6) eine Spule (80) zum Erzeugen einer elektromagnetischen Kraft auf der Basis des Diagnosesignals aufweist, wobei die Spule (80) um den Beschleunigungssensor gewickelt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Selbstdiagnoseeinrichtung (15) eine Funktion des Diagnostizierens des Vorhandensein/Nichtvorhandenseins eines Ausfalls des Beschleunigungssensors von dem Diagnosesignal und dem Wert der Ausgabe des Beschleunigungssensors (18) oder des Diagnosesignals und einer zeitlichen Änderung des Ausgabewertes des Beschleunigungssensors (18) hat, bis er ein vorbestimmtes Niveau erreicht.

9. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Selbstdiagnoseeinrichtung (15) eine Funktion eines Selbstdiagnostizierens einer statischen Charakteristik des Beschleunigungssensors (18) von dem Diagnosesignal und dem Wert der Ausgabe des Beschleunigungssensors (18) hat, wobei die statische Charakteristik des Beschleunigungssensors (18) eine Ausgabewert-Charakteristik des Sensors ist, die hauptsächlich für die Beschleunigung erhalten werden soll.

10. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Selbstdiagnoseeinrichtung (15) eine Funktion des Diagnostizierens einer dynamischen Charakteristik des Beschleunigungssensors (18) von dem Diagnosesignal und einer zeitlichen Änderung des Wertes der Ausgabe des Beschleunigungssensors (18) hat, bis er ein vorbestimmtes Niveau erreicht, wobei die dynamische Charakteristik des Beschleunigungssensors eine transiente Ausgabeantwort des Sensors für die Beschleunigung ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei das Diagnosesignal verstärkt wird, indem eine Ladepumpschaltung verwendet wird, die in ein integriertes Schaltkreisgebilde konfiguriert ist, und wobei eine verstärkte Signalspannung an die Einrichtung (121) zum Anlegen der der vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft angelegt wird.

12. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei das Diagnosesignal verstärkt wird, indem ein Transformator verwendet wird und wobei eine verstärkte Signalspannung an die Einrichtung zum Anlegen der der vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft angelegt wird.



13. Vorrichtung nach Anspruch 5, wobei, wenn das Diagnosesignal erzeugt wird, eine Batteriespeisespannung direkt an der festen Elektrode (10, 11) über einen Anschluß angelegt wird, der anders ist als eine Schaltung für ein Beschleunigungserfassungssystem. 5

14. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei, wenn das Diagnosesignal erzeugt wird, eine Batteriespeisespannung direkt an die Spule (80) über einen Anschluß angelegt wird, der anders als eine Schaltung für ein Beschleunigungserfassungssystem ist. 10

15. Airbag-System zum Aktivieren eines Airbags, wenn eine Fahrzeugkollision erfaßt wird, das aufweist: ein System zum Erfassen der Fahrzeugkollision, das einen Beschleunigungssensor (70) mit einem Masseteil (6) aufweist, das bei einer durch ein Fahrzeug verursachten Kollision verschoben wird, und eine Einrichtung zum Umwandeln der Verschiebung des Masseteils (6) in ein elektrisches Signal zum Beurteilen der Kollision, und ein Ausfallsicherheitssystem, das eine Einrichtung zum Anlegen einer der Beschleunigung entsprechenden Kraft an das Masseteil auf der Basis eines Signales für die Diagnose, eine Einrichtung (72) zum Selbstdiagnostizieren des Beschleunigungssensors (18) von einer Ausgabe des Beschleunigungssensors (18) bei Erzeugung des Diagnosesignals, und eine Einrichtung zum Geben eines Hinweises einer Abnormität aufweist, wenn das Ergebnis der Selbstdiagnose durch die Selbstdiagnoseeinrichtung die Abnormität bestimmt. 20 25 30

16. Airbag-System nach Anspruch 15, das weiterhin aufweist: eine Einrichtung zum Korrigieren einer Ausgabecharakteristik des Beschleunigungssensors (18) in dem Fall, wo das Ergebnis der Selbstdiagnose durch die Selbstdiagnoseeinrichtung eine zeitdauer-verursachte Änderung der Ausgabecharakteristik bestimmt, deren Ausgabecharakteristik korrigierbar ist. 35

17. Airbag-System nach Anspruch 16, wobei die Selbstdiagnoseeinrichtung eine Funktion des Diagnostizierens einer zeitdauer-verursachten Änderung in der statischen Charakteristik des Beschleunigungssensors auf der Basis des Diagnosesignals und des Wertes der Ausgabe des Beschleunigungssensors und des Diagnostizierens einer zeitdauer-verursachten Änderung in der dynamischen Charakteristik des Beschleunigungssensors auf der Basis des Diagnosesignals und einer zeitlichen Änderung des Wertes der Ausgabe des Beschleunigungssensors hat, bis er ein vorbestimmtes Niveau erreicht. 40 45 50

18. Verfahren zur Selbstdiagnose eines mit einem Masseteil (6) versehenen Beschleunigungssensors (18), das bei einer Beschleunigung verschoben wird, zum Umwandeln der Verschiebung des Masseteiles (6) in ein elektrisches Signal, um die Beschleunigung eines sich bewegenden Objektes zu detektieren, das aufweist: 55

einen Schritt des Anlegens einer einer vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft an das Masseteil (6) auf der Basis eines Signals zur Diagnose; und 60

einen Schritt (102) des Selbstdiagnostizierens der Charakteristik oder ähnlichem des Beschleunigungssensors (18) von einer Ausgabe des Beschleunigungssensors (18) nach Erzeugung des Diagnosesignals. 65

19. Verfahren zur Diagnose eines Beschleunigungssensors (18), der in einem Airbag-System (76) zum Aktivieren eines Airbags verwendet wird, wenn eine Fahrzeugkollision erfaßt wird, wobei der Beschleunigungssensor ein Masseteil (6) aufweist, das bei einer Beschleunigung, die durch eine Fahrzeugkollision hervorgerufen wird, verschoben wird, wobei das Verfahren aufweist:

einen Schritt des Anlegens einer einer vorbestimmten Beschleunigung entsprechenden Kraft an das Masseteil (6) auf der Basis eines Signals zur Diagnose;

einen Schritt (102) des Selbstdiagnostizierens des Beschleunigungssensors von einer Ausgabe des Beschleunigungssensors (18) nach Erzeugung des Diagnosesignals; und

einen Schritt (105) des Gebens eines Hinweises der Abnormität, wenn das Ergebnis der Selbstdiagnose die Abnormität bestimmt.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1A

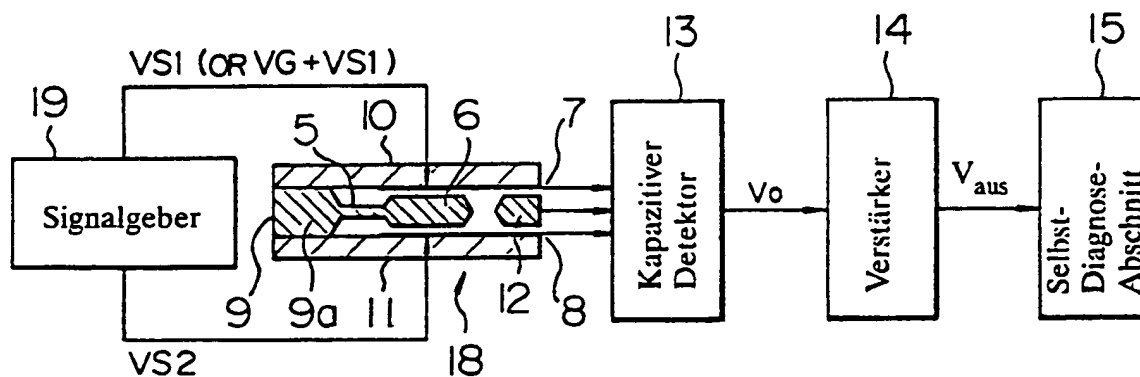


FIG. 1B

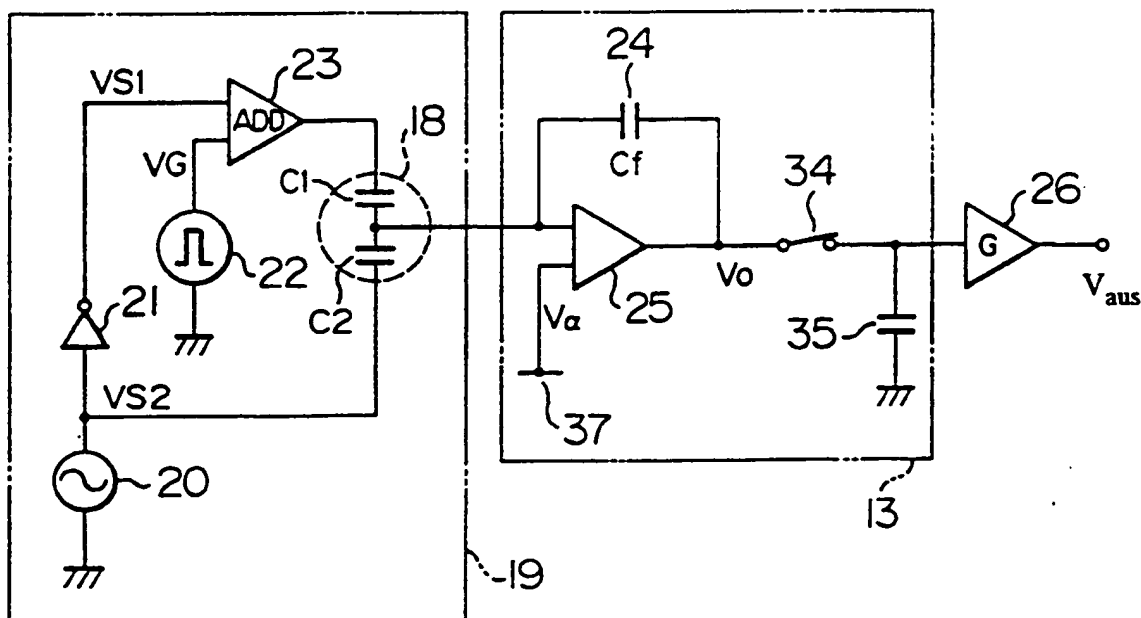


FIG. 2

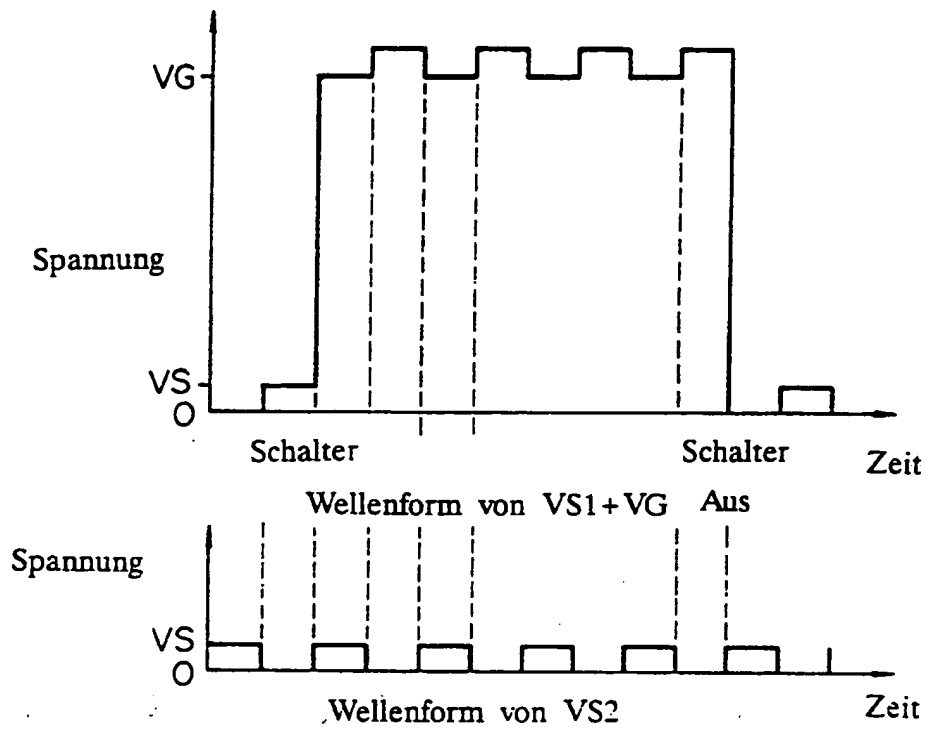


FIG. 3

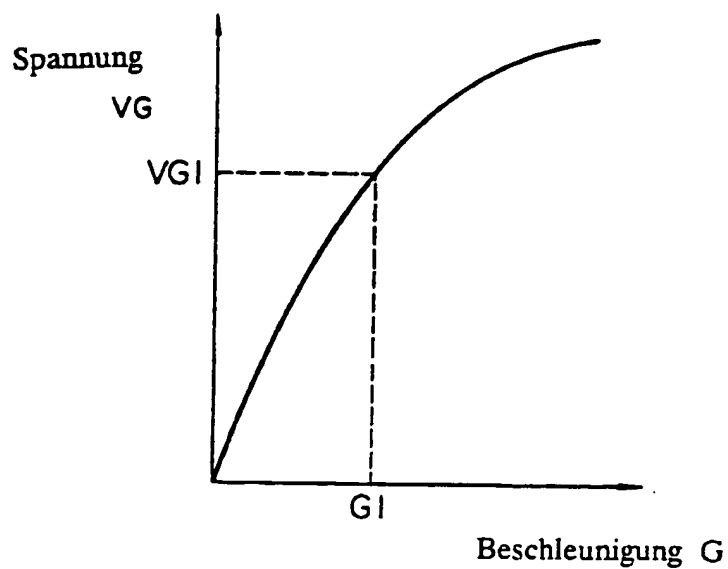


FIG. 4

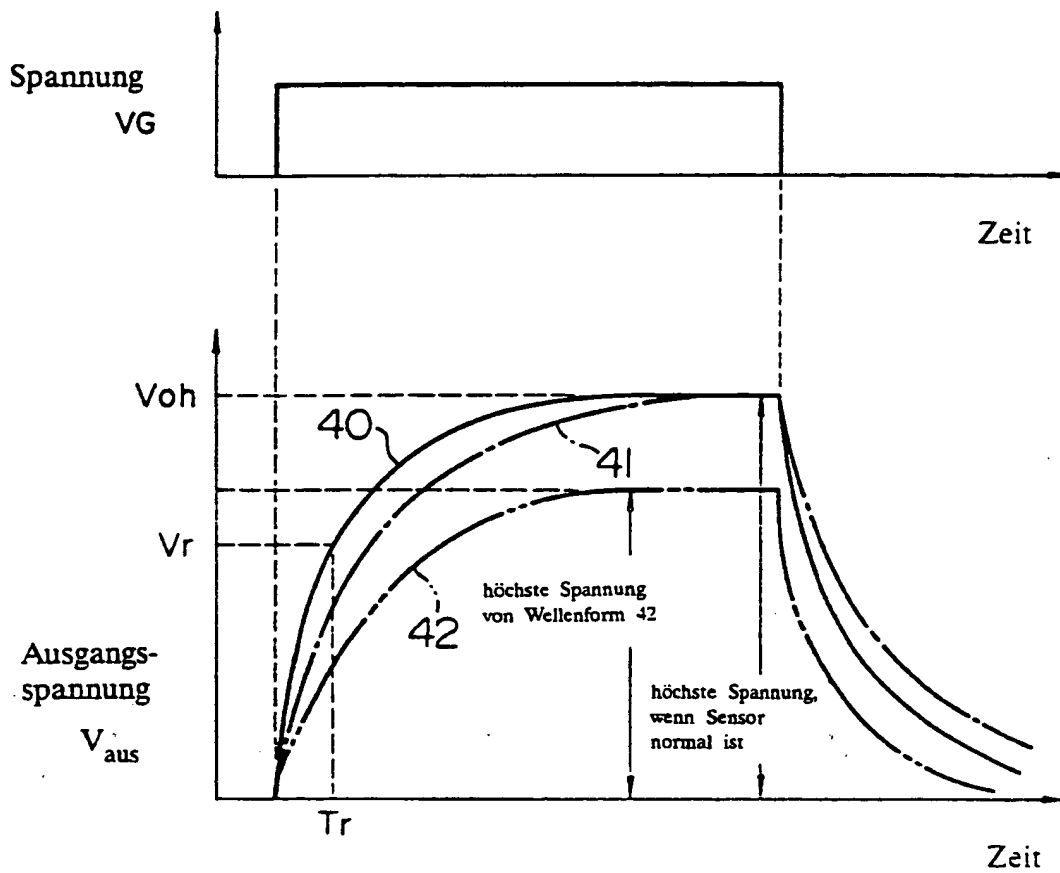


FIG. 5

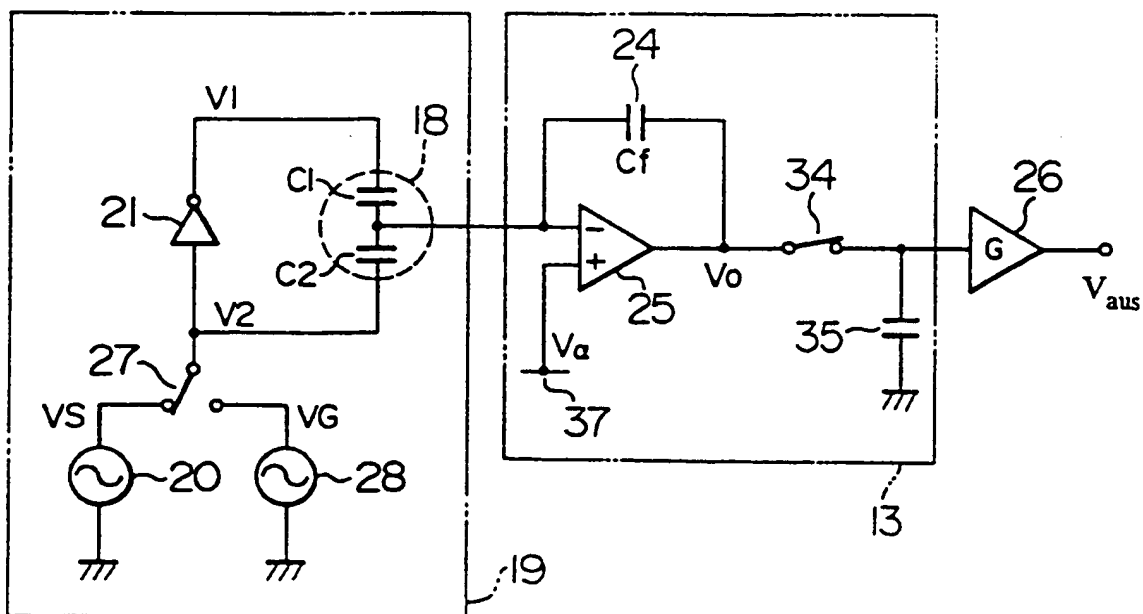


FIG. 6

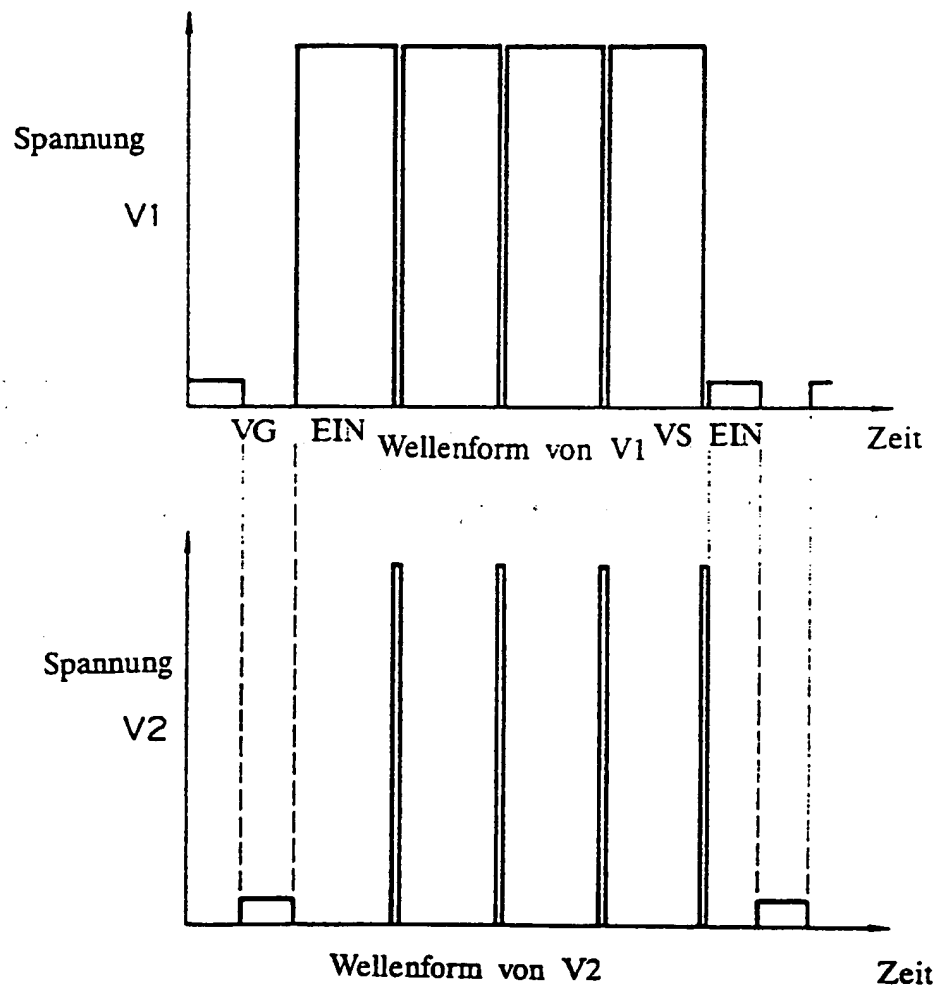


FIG. 7

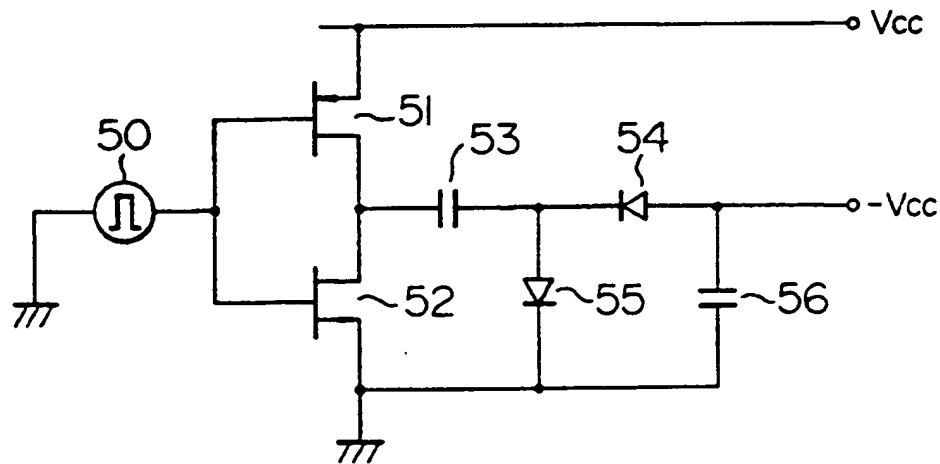


FIG. 8

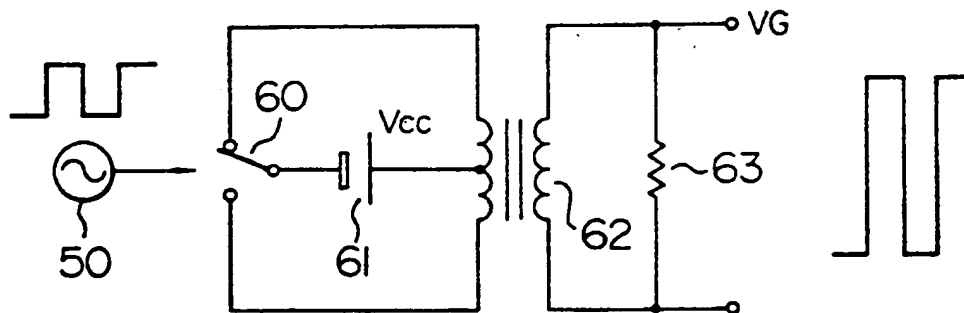


FIG. 9

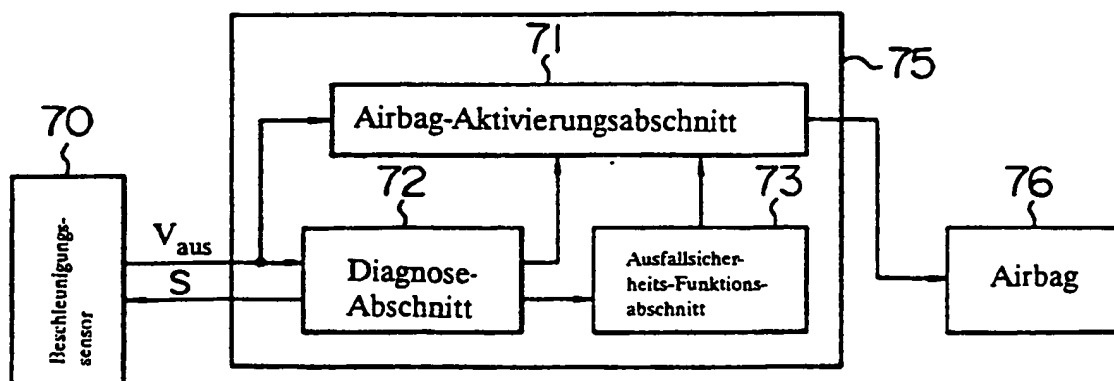


FIG. 10

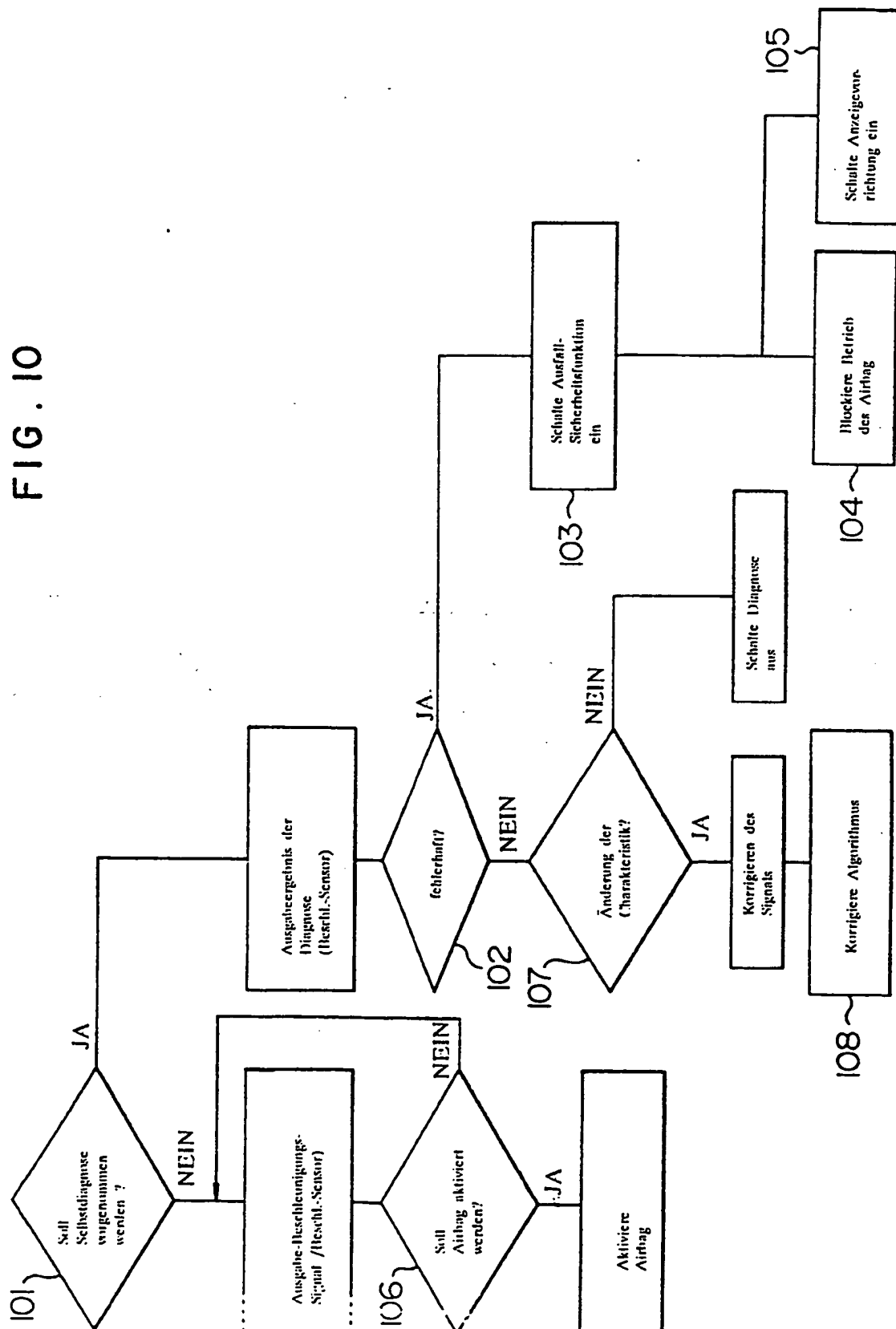




FIG. 11

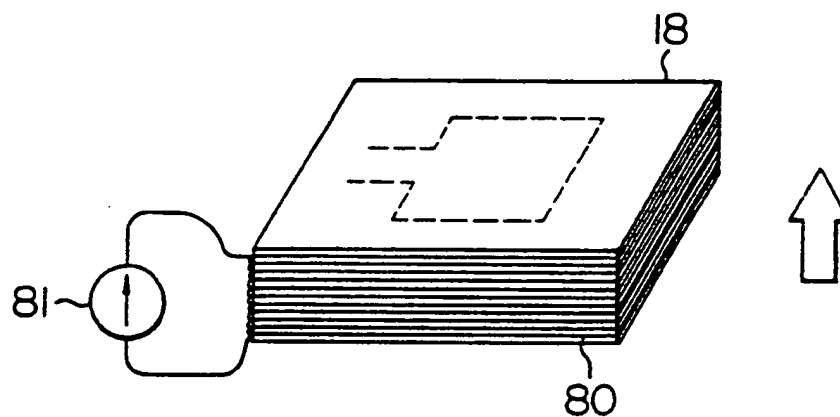


FIG. 12

